



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 196 12 981 A 1

51 Int. Cl.⁸:
H 04 R 29/00
G 01 R 31/02
G 01 R 23/02
H 04 N 17/04

21 Aktenzeichen: 196 12 981.8
22 Anmeldetag: 1. 4. 96
23 Offenlegungstag: 21. 11. 96

DE 196 12 981 A 1

30 Innere Priorität: 32 33 31
31.03.95 DE 195122429

71 Anmelder:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

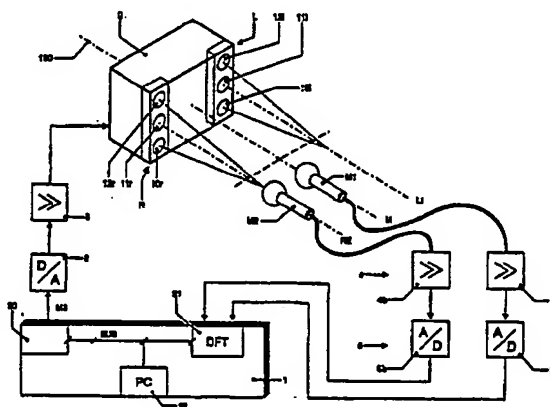
74 Vertreter:
Leonhard und Kollegen, 80331 München

72 Erfinder:
Wagner, Thomas, 91052 Erlangen, DE; Bauer,
Norbert, 91058 Erlangen, DE; Plankensteiner, Peter,
91301 Forchheim, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Akustische Prüfung von Lautsprechern

57 Vorgeschlagen wird eine Prüfeinrichtung für Lautsprecher, beinhaltend eine Ansteuereinrichtung (1, 2, 3) zur Ansteuerung von zu prüfenden Lautsprechern (L, R; 10r, 11r, 12r; 10l, 11l, 12l) mit speziell generierten Testsignalen (MS); eine Aufnahmeeinrichtung (M1, M2; 4a, 4b, 5a, 5b; 4; 5) zum Messen und Konditionieren der von den zu prüfenden Lautsprechern (L, R) abgegebenen Tonsignale; eine Vergleichseinrichtung (1, 22) zum Vergleich der abgegebenen Tonsignale mit zuvor aufgezeichneten und gespeicherten Vergleichssignalen, um bei hinreichender Übereinstimmung funktionsfähige Lautsprecher festzustellen oder bei nicht hinreichender Übereinstimmung fehlerhafte oder falsch montierte Lautsprecher akustisch automatisiert zu detektieren.



DE 196 12 981 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 09. 96 602 047/537

1/27

Beschreibung

In der Fertigungs-Endkontrolle sollen Lautsprecher entweder als solche oder als eingebaute Lautsprecher in Geräten, wie z. B. Fernsehgeräten geprüft werden, ob sie funktionsfähig sind und richtig montiert worden sind. Die richtige Montage beinhaltet dabei insbesondere die Aspekte, ob der Lautsprecher richtig angeschlossen ist, ob er phasenrichtig angeschlossen ist, ob er resonanzfrei montiert ist und ob weitere zusätzliche Gehäuseresonanzen bei dem eingebauten Lautsprecher auftreten, insbesondere ist bei mehreren Lautsprechern pro Lautsprechergruppe, wie bei Stereo-Geräten mit MehrwegeSystemen, eine Kontrolle erwünscht, die einzelne Lautsprecher aus den mehreren auffinden kann, ohne daß das Gerät selbst noch einmal geöffnet werden muß.

In einem solchen technischen Gebiet ist es eine Aufgabe der Erfindung, die Fehlererkennung schnell und sicher vorzunehmen, insbesondere automatisiert vorzunehmen.

Mit der Erfindung wird das dann erreicht, wenn eine Prüfeinrichtung zugrundegelegt wird, die eine Ansteuer-einrichtung, eine Aufnahmeeinrichtung und eine Vergleichseinrichtung beinhaltet (Anspruch 1). Die Ansteuer-einrichtung steuert die zu prüfenden Lautsprecher direkt oder — bei Ansteuerung über HF-Stecker — nach Zwischenschaltung einer Modulation mit speziell generierten Testsignalen an. Die Aufnahmeeinrichtung mißt die von den zu prüfenden Lautsprechern abgegebenen Tonsignale, die letztere aufgrund der Ansteuerung mit den speziell generierten Testsignalen abgeben. Die Vergleichseinrichtung vergleicht die aufgenommenen und gespeicherten Tonsignale mit Referenzwerten, die zuvor aufgezeichnet und gespeichert worden sind.

Mit einer solchen Vorrichtung ist es möglich, bei hinreichender Übereinstimmung der abgegebenen Tonsignale mit den zuvor aufgezeichneten Referenzsignalen, die aus Lernverfahren ermittelt worden sein können, eine ordnungsgemäße Montage und ordnungsgemäß funktionsfähige Lautsprecher zu detektieren. Fehlerhafte oder nicht richtig montierte Lautsprecher können akustisch erkannt und ausgesondert werden.

Das speziell generierte Testsignal ist ein Multi-Sinussignal, das von einem entsprechenden Generator abgegeben wird. Das Signal weist verschiedene Frequenzen auf, die verschiedenen Phasenlage haben (Anspruch 2, 7, 8, 9). Die verschiedenen Phasen und Frequenzen sind so bestimmt, daß in allen Frequenzbereichen möglichst viel Energie übertragen wird und zu keinem Zeitpunkt die Lautsprecher mit zu hohen Signalamplituden beansprucht werden.

Als Aufnahmeeinrichtung können ein oder zwei Mikrofone dienen (Anspruch 3, 15). Eines der Mikrofone wird mittig angeordnet, bezüglich beider Lautsprechergruppen, wenn Stereo-Geräte getestet werden. Das zweite Mikrofon ist unsymmetrisch gegenüber den beiden Lautsprecher-Tonquellen angeordnet. Es ergeben sich so ein mittiges und ein seitliches Mikrofon, mit denen besonders Kanalvertauschungen (rechts und links sind vertauscht) eines Stereogerätes oder ein Monosignal statt einem Stereosignal (bei Dualton) leicht erkannt werden kann.

Das Verfahren, mit dem die zuvor umschriebene Vorrichtung arbeiten kann, das aber auch unabhängig von der Vorrichtung zum Prüfen von Lautsprechergruppen, insbesondere Stereo-Lautsprechern verwendbar ist, verwendet ein Multi-Sinussignal zur Ansteuerung der Lautsprecher, deren Tonsignal für eine Meßzeit erfaßt und aufgezeichnet wird, sowie mit einem oder mehreren Signal-Referenzwerten verglichen wird (Anspruch 5).

Das Multisignal ist dabei so aufgebaut, daß in allen Frequenzbereichen möglichst viel Energie vorhanden ist und gleichzeitig die Phasenlage der Sinussignale so gewählt wird, daß zu keinem Zeitpunkt die Lautsprechergruppen durch zu hohe Signalpeaks beschädigt werden. Auch kann das Multi-Sinussignal an die auswertende diskrete Fourier-Transformation (DFT) angepaßt werden, so daß weder Energie noch Information bei der Auswertung verloren geht. Es kommen in dem Sinussignal also nur bestimmte Frequenzen vor, so daß die Berechnung der DFT auch nur an bestimmten diskreten Frequenzwerten Amplituden erbringt.

Mit dem oben erwähnten Multi-Sinussignal ist es möglich, die Qualität oder die Funktion der Lautsprecher zu bestimmen, ohne mechanischen Eingriff und weitgehend automatisiert bei großer Zeitersparnis (Anspruch 6).

Vor Erfassen der Ton-Antwort der zu prüfenden Lautsprecher kann eine kurze Einschwingzeit vorgelagert sein, um den Lautsprechern ein Einschwingen zu ermöglichen und einen stationären Meßwert während der Meßzeit, die deutlich länger ist als die Einschwingzeit, zu erhalten. Werden mehrere Lautsprecher oder Lautsprechergruppen geprüft, insbesondere ein Gerät mit Stereosignal, so können die Multi-Sinussignale nacheinander auf die eine Gruppe, auf die andere Gruppe und auf beide Gruppen geschaltet werden, so daß mehr Information bei der Auswertung zur Verfügung steht, um die unterschiedlich gearteten Fehlermöglichkeiten der Lautsprecher zu erkennen (Anspruch 10).

Die Auswertung des Multi-Sinussignals nach Abgabe durch die Lautsprecher umfaßt den Entwurf einer Frequenzgang-Kennlinie, die aus den zeitgleichen Sinussignalen und den diskreten Frequenzwerten der DFT einen Kennlinienverlauf über die Frequenz ermöglicht, der daraufhin überprüfbar ist, ob er der Vorgabe entspricht. Diese Frequenzgang-Messung ist kurzzeitig möglich, ohne das sie mit unterschiedlichen Frequenzen oder einem Sweep zeitaufwendig erfaßt werden müßte. Ein Sinussweep kann dennoch hinzugezogen werden, auch er ist ein Multi-Sinussignal, nur nicht ein solches, bei dem zu einer bestimmten Zeit mehrere Frequenzen vorliegen.

Das Multi-Sinussignal mit dem Sinussweep für eine mäßige Zeitdauer im niederen Frequenzbereich erlaubt die Erkennung von Resonanzerscheinungen, wobei die Gehäuseresonanzen mit besonderem Gewicht auf die harmonische Verzerrung des Sinussweep ermittelt werden können.

Bei der DFT der über die Mikrofone gemessenen Signale können die Meßsignale in zwei Bestandteile zerlegt werden, die Intensität des Tonsignals eines einzelnen Lautsprechers und die Interferenz von Tonsignalen zwischen zwei Lautsprechern (Anspruch 15). Die Interferenzterme können rechnerisch, falls das Mikrofon bestimmt positioniert ist, und durch Messung bei einem Testmuster, das a priori als fehlerfrei eingestuft ist, bestimmt werden.

Bei der Verwendung von mehr als 2 Lautsprechern werden entsprechende Messungen von je 2 Lautsprechern

herangezogen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele erläutert und ergänzt.

Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines Testgerätes G, dessen zwei Lautsprechergruppen L, R mit einem Multi-Sinussignal MS geprüft werden, das erzeugt, den Lautsprechern aufgeschaltet, gemessen und ausgewertet wird. Die Steuerung in Fig. 1 erfolgt über eine Systemsteuerung 1, die intern von einem PC 22 geführt wird. 5

Fig. 1a ist ein Multi-Sinussignal.

In Fig. 1a ist ein Multi-Sinussignal als Ausgangssignal eines Generators 20 gezeigt, der Bestandteil der Systemsteuerung 1 in Fig. 1 ist. Das Signal MS liegt als Digitalwert vor und wird von einem D/A-Wandler 2 und einem Verstärker 3 auf das zu prüfende Gerät G mit den zu prüfenden Lautsprechern L, R geschaltet. Werden die Lautsprecher direkt angesteuert, so kann das Signal bei entsprechender Verstärkung direkt auf den Lautsprecher geschaltet werden. Werden mehrere Lautsprechergruppen geprüft, können mehrere Multi-Sinussignal-Ausgänge an dem Generator 20 vorgesehen sein. Wird ein Fernsehgerät geprüft, so kann das Signal statt der Verstärkung 3 einen Modulator ansteuern, der es in den Frequenzbereich überträgt, in dem bei einem Videosignal das Tonsignal frequenz- oder amplitudenmoduliert übertragen wird. 10 15

Die zu prüfenden Geräte sind schematisch hier ein Fernsehgerät G mit zwei Lautsprechergruppen, die Repräsentant eines Stereosignals sind. Der linke Lautsprecher L besteht aus drei Lautsprechern 10l, 11l, 12l, die Baß-, Mitten- und Höhenlautsprecher umfassen. Der rechte Lautsprecher ist analog aufgebaut und beide Lautsprechergruppen sind im gleichen Abstand von einer Mittenebene 100 vorgesehen, fest oder abnehmbar am Gehäuse G. 20

Die Meßtechnik des Tonsignals ist dargestellt durch zwei Mikrofone M1, M2, von denen das eine Mikrofon in der Mittenebene M, 100 angeordnet ist, während das zweite Mikrofon M2 seitlich versetzt in der Ebene RE positioniert ist, die parallel zur Mittenebene M verläuft, aber durch die rechte Lautsprechergruppe R. 25

Jedes Mikrofon ist über einen Vorverstärker 4a bzw. 4b und einen A/D-Wandler 5a bzw. 5b auf eine Fourier-Transformation 21 in der Steuerung 1 geschaltet.

In der Steuerung 1 übernimmt ein PC 22 die Steuerung eines Busses und der Komponenten, die herausgegriffen in der Systemsteuerung 1 dargestellt sind. 30

Das Multi-Sinussignal ist schematisch in dem Diagramm der Fig. 1a rechts neben der Systemsteuerung 1 in Fig. 1 gezeigt. Es ist aktiv während einer Einschwingzeit T0 und während einer Meßzeit TM. Während der Gesamtzeit wird es auf die Lautsprechergruppen geschaltet und das Tonsignal der Lautsprechergruppen wird über die Mikrofone M1, M2 gemessen nur während TM, während die Einschwingzeit T0 dazu dient, die Lautsprecher auf das Meßsignal einschwingen zu lassen, so daß stationäre Größen während der Meßzeit TM gemessen werden. 35

Die Einschwingzeit beträgt etwa 1/10 bis 1/20 sec, die Meßzeit TM beträgt ca. 1/3 bis 2 sec. Eine zu lange Dauer des Meßsignals ist abträglich für die industrielle Brauchbarkeit. 40

Ziel der Auswertung der zu prüfenden Lautsprecher ist eine Messung des gesamten Frequenzganges bei größtmöglicher Zeiteinsparung. Bei Fernsehgeräten kann das z. B. der Bereich von 50 Hz bis 12 kHz sein. Die Vielfach-Überlagerung der Sinusschwingen ermöglicht diese Zeiteinsparung. Der in dem Signaldiagramm gezeigte Verlauf ist analytisch folgendermaßen definiert: 45

$$S(t) = \text{amp} \cdot \sum \sin(2\pi f_k \cdot t + \Phi_k).$$

"amp" ist dabei ein Gesamt-Normierungsfaktor, "f_k" sind die Frequenzen und "Φ_k" sind die jeweiligen Phasenverschiebungen der Frequenzen. Um die gesamte Energie des Signals möglichst groß zu halten, wird der Wert Spitzenwert/Effektivwert von S(t) unter Variation der Phasenverschiebung minimiert. Die Frequenzen f_k werden so gewählt, daß sie der Fourier-transformation-basierten Auswertung optimal angepaßt sind. Bei einer Abtastrate von 24 kHz der A/D-Wandler 5a, 5b und bei einer Fourier-Transformation 21 mit 8192 Stützwerten ist f₁ = 49,8047 Hz bis zu f₄₀₉₆ = 12 kHz, wobei die einzelnen Frequenzen einen Frequenzabstand von 2,9297 Hz haben. Das Inkrement der Frequenzen ist demnach 2,9297 Hz, was sehr gering ist, so daß das Signal durch die große Anzahl der Sinusschwingungen einem weißen Rauschen ähnelt, jedoch besser an die nachfolgende digitale Auswertung angepaßt ist. Die DFT ergibt bei diskreten Eingangswerten auch nur diskrete Ausgangswerte, die genau der Zahl der Eingangswerte entspricht. Jeder digital fouriertransformierte Wert ist Kennzeichen für eine Dämpfung oder Verstärkung über die Gesamtstrecke von der Erzeugung des Multi-Sinussignals MS zur Messung des Multi-Sinussignals bei der DFT 21. Damit kann ein Frequenzgang des Gerätes erstellt werden, sowohl für den linken Kanal L mit seinen drei Lautsprechern 10l, 11l, 12l als auch für den rechten Kanal R mit seinen ebenfalls drei Lautsprechern 10r, 11r, 12r. 50 55

Es können drei Frequenzgang-Messungen vorgenommen werden, rechter Kanal R, linker Kanal L und beide Kanäle L, R. Die gewonnenen und aufgezeichneten Daten werden mit Referenz-Frequenzgängen verglichen, die von mehreren intakten und als gut befundenen Lautsprechergruppen beim Eintrainieren des Prüfsystems aufgenommen worden sind. Aus dem Vergleich erhält man z. B. Informationen über den Ausfall einzelner Lautsprecher in den Gruppen; hierbei ist die Energie im zugehörigen Frequenzbereich des entsprechenden Kanals niedriger als im gleichen Frequenzbereich des anderen Kanals. Die Vergleichswerte können also auch solche Vergleichswerte sein, die beim Prüfen gerade gemessen worden sind, so daß ein Unterschied der zwei an sich gleich zu seienden Lautsprechergruppen erkennbar ist, und durch Vergleich mit einem anderen Referenzwert ermittelt werden kann, welche der gerade geprüften Lautsprechergruppen nicht dem gewünschten Standard entspricht. 60 65

Die Referenz-Frequenzgänge von Fernsehgeräten G, die dem Standard entsprechen, können herangezogen werden, um eine Phasenvertauschung oder einen Totalausfall eines oder mehrerer Lautsprecher zu erfassen. Ein

DE 196 12 981 A1

Abweichen z. B. der ersten und zweiten Momente des Mittelwertes und der Standardabweichung (in bestimmten, lautsprecherspezifischen Frequenzbereichen) gibt ebenso Aufschluß über eine Phasenvertauschung oder den erwähnten Totalausfall. Wenn der gesamte Frequenzgang ein niedriges Niveau aufweist (im Sinne der akustischen Theorie), kann auf Leistungsschwankungen geschlossen werden, die typischerweise auf fehlerhafte

5 Lautstärken- oder Balance-Einstellungen hindeuten.

Dem System kommt es dabei zugute, daß verschiedene Fehlerursachen unterschiedliche Fehlerbilder zeigen, so daß eine Individualisierung des Fehlers möglich wird, wenn das Multi-Sinussignal die Fehlerbilder gezielt anspricht.

Die Erkennung einer Kanalvertauschung ist über die zwei Mikrofone M1, M2 bei einem Multi-Sinussignal mit nur zwei Frequenzen 1 kHz und 3 kHz möglich. Bei diesem Mikrofon-Aufbau können auch Mono-Signale statt eines erwünschten Stereosignals erkannt werden.

Das Auswerteverfahren, das der PC 22 in der Steuerung 1 anwendet, basiert auf den DFT-Ergebnissen der Meßwerte, die über den Funktionsblock 21 dem internen Bus zuge speist werden. Ebenso werden Interferenzgleichungen für n überlagerte Wellen, statistische Auswertemethoden und ein Verfahren zur Feststellung von harmonischen Verzerrungen, das weiter unten noch erläutert werden wird, herangezogen.

15 Das über die A/D-Wandler 5a, 5b aufgenommene Signal der Lautsprecher L, R wird nach Übergang in den Fourierraum in die Bestandteile Intensität des Tonsignals eines einzelnen Lautsprechers und in die Interferenz zwischen den Tonsignalen von zwei Lautsprechern zerlegt. Die Interferenzterme können rechnerisch (falls das Mikrofon M1, M2 bestimmt positioniert ist) und durch Messungen bei einem Testmuster bestimmt werden, das a priori als fehlerfrei eingestuft ist.

20 Zur Feststellung von Ausfällen und Phasenvertauschungen wird durch Permutation aller Möglichkeiten eine optimale Anpassung an die Interferenzgleichung für n überlagerte Wellen vorgenommen. Die Interferenzgleichung lautet wie folgt

$$I = \sum_{i=1..n} I_i + 2 \sum_{i=1..n} \sum_{j>i} (I_i I_j)^{1/2} \cdot \cos(\Phi_j - \Phi_i).$$

25 Da eine Auswertung in bestimmten Frequenzbereichen sinnvoll ist, z. B. bei Hoch- und Tieftönern, wird die oben erwähnte I-Gleichung noch über die entsprechenden Frequenzen summiert.

Die Auswertung der harmonischen Verzerrung ergibt eine Antwort auf das Ausmaß und die Zulässigkeit von Resonanzerscheinungen im Gehäuse. Der Test auf Resonanzen besteht im Berechnen der total harmonic distortion (THD) also im wesentlichen auf einer Trennung des aufgenommenen Signals der DFT 21 in den Soll-Frequenzanteil, den zugehörigen harmonischen Frequenzanteil (THD) und die Fremdgeräusche. Die Resonanzen äußern sich durch eine Hervorhebung der harmonischen Frequenzen. Das Vorhandensein von Umgebungsgeräuschen (Fremdgeräuschen) wird durch Abgrenzen in den dritten Teil keinen Einfluß auf das Meßergebnis haben. Die Eingangsgröße für die Bestimmung des THD zur Resonanzerkennung ist ein Sinussweep in niedrigen Frequenzen. Das Testsignal hat nur einen kurzen Frequenzbereich, vornehmlich in den Frequenzen 80 Hz bis 300 Hz und läßt sich berechnen über die Formel

$$S(t) = \text{amp} \cdot \sin(2\pi(f_1/2 \cdot t + f_2) \cdot t)$$

45 Diese Funktion des Sinussweep, der mehrere Frequenzen nacheinander aufweist, während das zuvor umschriebene Multi-Sinussignal mehrere Frequenzen gleichzeitig aufwies, hat genügend Energie zum Erzeugen von Resonanzen. Mit einer Kurzzeit-FFT wird der zeitliche Frequenzgangverlauf bestimmt und daraus wird mit bekannten Methoden der THD-Bestimmung die harmonische Verzerrung abgeleitet. Obwohl verschiedene Fernsehgeräte — auch wenn sie intakt sind und ordnungsgemäß funktionieren — stark variierende Resonanzen haben, erlaubt diese Vorgehensweise eine weitgehend reproduzierbare Resonanzerkennung, basierend auf einer Abweichung des THD-Spektrums des Prüfgerätes gegenüber einem Referenz-THD-Spektrum.

50 Die zuvor erwähnte Prüfung mit Multi-Sinussignal (mehrere Frequenzen gleichzeitig oder mehreren Frequenzen in einem Sweep-Signal nacheinander) kann auch so modifiziert werden, daß bestimmte Frequenzen für bestimmte Fehlersymptome herangezogen werden.

Mehrere Prüfungen mit Multi-Sinussignalen können so hintereinander geschaltet werden, jeweils mit einer besonders geprägten Frequenzkomposition, um als intelligentes Testsignal auf die Erkennung eines bestimmten Fehlers ausgerichtet zu sein.

Patentansprüche

1. Prüfeinrichtung für Lautsprecher, beinhaltend:

- 60 (a) eine Ansteuereinrichtung (1, 2, 3) zur Ansteuerung von zu prüfenden Lautsprechern (L, R; 10r, 11r, 12r; 10l, 11l, 12l) mit speziell generierten Testsignalen (MS);
- (b) eine Aufnahmeeinrichtung (M1, M2; 4a, 4b, 5a, 5b; 4; 5) zum Messen und Konditionieren der von den zu prüfenden Lautsprechern (L, R) abgegebenen Tonsignale;
- 65 (c) eine Vergleichseinrichtung (1, 22) zum Vergleich der abgegebenen Tonsignale mit zuvor aufgezeichneten und gespeicherten Vergleichssignalen, um bei hinreichender Übereinstimmung funktionsfähige Lautsprecher festzustellen oder bei nicht hinreichender Übereinstimmung fehlerhafte oder falsch montierte Lautsprecher akustisch zu detektieren.

2. Prüfeinrichtung nach Anspruch 1, bei der die Ansteuereinrichtung (1, 2, 3) einen Multi-Sinussignal-Ge-

rator (20) enthält, der mehrere sinusartige Signale mit unterschiedlicher Frequenz und gegeneinander phasenverschoben gleichzeitig abgibt.

3. Prüfeinrichtung nach einem der erwähnten Ansprüche, bei dem die Aufnahmeeinrichtung (M1, M2, 4, 5) ein oder zwei Mikrofone (M1, M2) aufweist, die zu den zwei Lautsprechern (L, R) eines Stereogerätes (G) symmetrisch (100, M) bzw. unsymmetrisch (RE, LI) ausgerichtet sind.

4. Prüfeinrichtung nach einem der erwähnten Ansprüche, die zum Prüfen von Lautsprechern in Fernsehern vorgesehen ist.

5. Verfahren zum Prüfen von Lautsprechern (L; 10l, 11l, 12l; R; 10r, 11r, 12r), insbesondere zum Betreiben der Prüfeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem Verfahren

(a) ein Multi-Sinussignal (MS) über eine Ansteuerung (2, 3) auf die zu testenden Lautsprecher (L, R) für eine Meßzeit (TM) geschaltet wird;

(b) eine in der Meßzeit gemessene Signalantwort der Lautsprecher (L, R) aufgezeichnet (M1, M2; 4, 5) und mit einem oder mehreren Signal-Referenzwert(en) verglichen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem vom Vergleichsergebnis abhängig die Qualität oder Funktion der Lautsprecher oder einzelner von mehreren Lautsprechern, insbesondere einer oder zwei Lautsprecher-Gruppen (10l, 11l, 12l; 10r, 11r, 12r) bestimmt wird, insbesondere bezüglich mehrerer Mindest-Standards, wie fehlender Lautsprecher, phasenverpolt angeschlossener Lautsprecher, nicht resonanzfrei montierter Lautsprecher, kanalvertauschter Lautsprecher.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, bei dem das Multi-Sinussignal aus mehreren Sinussignalen unterschiedlicher Frequenz besteht.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die unterschiedlichen Frequenzen unterschiedliche Phasenlage im Multi-Sinussignal haben.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, bei dem die mehreren Sinussignale und deren mehreren Phasenlagen zueinander so gewählt sind, daß

(a) in allen Frequenzbereichen möglichst viel Energie vorhanden ist;

(b) zu keinem Zeitpunkt während der Meßzeit die Lautsprecher (L, R) mit zu hohen Signalamplituden beansprucht werden.

10. Verfahren nach einem der erwähnten Verfahrensansprüche, bei dem nacheinander ein Multi-Sinussignal für die oder eine (andere) Meßzeit auf den einen (L) oder den anderen (R) oder beide (L, R) Lautsprecher eines Stereogerätes, insbesondere Fernsehgerätes (G) geschaltet wird.

11. Verfahren nach einem der erwähnten Verfahrensansprüche, bei dem mehrere zeitgleiche Sinussignale zur Bestimmung einer Frequenzgang-Kennlinie des einen oder der mehreren Lautsprecher (L, R; 10l, 11l, 12l...) herangezogen wird.

12. Verfahren nach einem der erwähnten Verfahrensansprüche, bei dem das Multi-Sinussignal digital (20) in einer rechnergestützten Baugruppe (1) erzeugt und über einen D/A-Wandler (2) auf das zu prüfende Gerät oder die zu prüfenden Lautsprecher (G, L, R) ausgekoppelt wird.

13. Verfahren nach einem der erwähnten Verfahrensansprüche, bei dem eine sehr kurze Einschwingzeit (T0) der eigentlichen Meßzeit (TM) bei gleichem Multi-Sinussignal vorgelagert ist.

14. Verfahren nach einem der erwähnten Verfahrensansprüche, bei dem die Resonanzerscheinung des zu prüfenden Geräts oder der zu prüfenden Lautsprecher (L, R, G) mit einem Sinussweep mäßiger Dauer im niederen Frequenzbereich mit begrenztem Sweepbereich als Multi-Sinussignal unter Zugrundelegung einer Trennung des gemessenen (M1, M2) Tonsignals der Lautsprecher (L, R) in den Soll-Frequenzanteil, den zugehörigen harmonischen Frequenzanteil (THD) und die Fremdgeräusche ermittelt wird, wobei der harmonische Frequenzanteil besondere Berücksichtigung findet.

15. Verfahren nach einem der erwähnten Verfahrensansprüche, bei dem die Meßsignale eines oder beider Mikrofone (M1, M2) digitalisiert (5a, 5b) fourier-transformiert (21) und in zwei Bestandteile zerlegt werden

— Intensität eines jeweiligen Lautsprechers; und

— Interferenz zwischen zwei Lautsprechern, wobei letztere durch Vergleich mit einem gespeicherten Testmuster eines fehlerfreien Lautsprechers ermittelt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Figur 1

